

トポロジカル材料科学と革新的機能創出
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

中山 耕輔

東北大学 大学院理学研究科
助教

全結晶方位 ARPES 法による新規トポロジカル材料開拓

§ 1. 研究成果の概要

物質の持つトポロジカルな性質は運動量空間における特異な電子構造として現れる。また、そのような電子構造は高い機能性や量子現象の発現と密接に関係する。本研究では、物質中の電子構造を高精度で決定できる角度分解光電子分光(ARPES)技術と、物質表面を原子レベルまで平坦化できるガスクラスタライオンビーム(GCIB)技術の融合に取り組んでいる。これにより、様々な物質のあらゆる面方位におけるバルク・表面電子状態を可視化し、新規トポロジカル物質の開拓など、トポロジカル材料科学の重要課題の解決を目指している。

本年度は、GCIB 発生装置の調整と改良を行い、ビーム電流の安定化と真空度の向上を実現し、本格的な稼働を開始した。本装置を用いることで、いくつかの単元素および化合物トポロジカル物質について、ナノメートルレベルの表面平坦性、明瞭な回折像を示す清浄性及び高い結晶性を併せ持つ表面を得る条件を見出した。化合物については GCIB 照射による化学組成の変化が小さいことを検証した。さらに、GCIB を照射した試料の ARPES 測定を行うことで、劈開性のない面方位についてもバンド構造の決定に成功し、表面状態の存在を示唆する結果を得た。以上の結果から、GCIB と ARPES を融合した電子状態解析手法の有用性を示した。GCIB 装置を用いた研究と並行して、劈開や蒸着によって得た新規トポロジカル物質表面の電子状態に関する研究も進めている。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Observation of inverted band structure in topological Dirac-semimetal candidate CaAuAs”, K. Nakayama *et al.*, Phys. Rev. B 102, 041104(R) (2020).
- 2) “Orbital mixing at the onset of high-temperature superconductivity in FeSe_{1-x}Te_x/CaF₂”, K. Nakayama *et al.*, Phys. Rev. Research 3, L012007 (2021).